

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002113583 A**

(43) Date of publication of application: **16.04.02**

(51) Int. Cl. **B23K 20/12**  
**B23K 20/16**  
**// B23K103:06**

(21) Application number: **2000309474**

(22) Date of filing: **10.10.00**

(71) Applicant: **KOGI CORP ARITOSHI MASATOSHI**

(72) Inventor: **KOWAKA TSUTOMU  
SAITO MIKIO  
SHIONOI HISASHI  
ARITOSHI MASATOSHI**

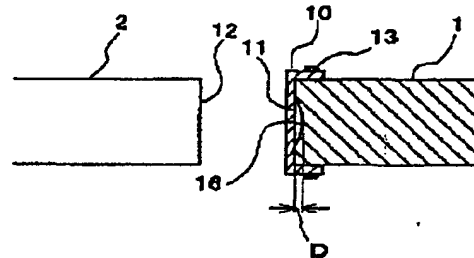
**(54) METHOD FOR FRICTION PRESSURE WELDING**

**(57) Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a large joined strength by preventing or suppressing the formation of a layer of deformed spheroidal graphite.

**SOLUTION:** The method is characterized by the fact that an iron-base metallic member or a Ni-base metallic member is inserted 10 on a pressure welding face 11 of a spheroidal graphite cast iron 1 in a friction pressure welding of the spheroidal graphite cast iron 1 and a steel member 2, that the pressure joining fact 16 of the spheroidal graphite cast iron 1 is made concave in the friction pressure welding of the spheroidal graphite cast iron 1 and a steel member 2, and that the iron-base metallic member on a Ni-base metallic member is inserted into the pressure joining face of the spheroidal graphite cast iron and the pressure joining face 16 of the spheroidal graphite cast iron is made concave in the friction pressure welding of the spheroidal graphite cast iron 1 and the steel member 2.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO



BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-113583

(P2002-113583A)

(43) 公開日 平成14年4月16日 (2002. 4. 16)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テロト (参考)

B 2 3 K 20/12

B 2 3 K 20/12

D 4 E 0 6 7

G

20/16

20/16

// B 2 3 K 103:06

103:06

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-309474(P2000-309474)

(22) 出願日 平成12年10月10日 (2000. 10. 10)

(71) 出願人 000125842

虹技株式会社

兵庫県神戸市長田区一番町5丁目8番地

(71) 出願人 593206377

有年 雅敏

兵庫県神戸市西区篠野台3丁目2番地5-202

(72) 発明者 小若 勉

兵庫県姫路市大津区勘兵衛町3丁目12番地

虹技株式会社姫路東工場内

(74) 代理人 100062993

弁理士 田中 浩 (外1名)

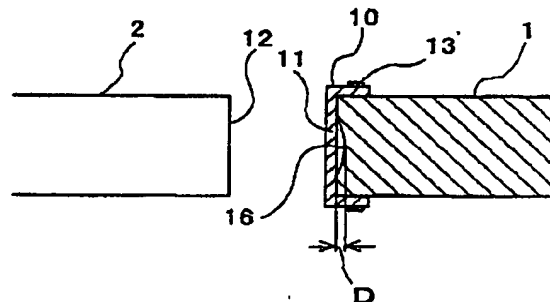
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦圧接方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 球状黒鉛変形層の形成を防止若しくは抑制して高い接合強度を得る。

【解決手段】 球状黒鉛鑄鉄1と鉄鋼材料2の摩擦圧接において球状黒鉛鑄鉄の圧接面11に鉄基金属材、あるいはニッケル基金属材をインサート10したこと。球状黒鉛鑄鉄1と鉄鋼材料2の摩擦圧接において球状黒鉛鑄鉄1の圧接面16を凹形状としたこと。球状黒鉛鑄鉄1と鉄鋼材料2の摩擦圧接において球状黒鉛鑄鉄の圧接面に鉄基金属材、あるいはニッケル基金属材をインサートすると共に球状黒鉛鑄鉄の圧接面16を凹形状としたこと。



BEST AVAILABLE COPY

(2)

特開2002-113583

1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料の摩擦圧接において球状黒鉛鋳鉄の圧接面に鉄基金属材、あるいはニッケル基金属材をインサートしたことを特徴とする摩擦圧接方法。

【請求項2】 球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料の摩擦圧接において球状黒鉛鋳鉄の圧接面を凹形状としたことを特徴とする摩擦圧接方法。

【請求項3】 球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料の摩擦圧接において球状黒鉛鋳鉄の圧接面を凹形状としたことを特徴とする請求項1記載の摩擦圧接方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料との摩擦圧接方法に関する。

【0002】

【従来の技術】摩擦圧接は接合しようとする一方の材料を回転させ、他方を固定し、互いに押し付け合うことによって生じる摩擦熱で接合する加工方法である。この摩擦圧接は固相で接合できるため利用範囲が広い。摩擦圧接は、例えば、自動車部品を始めとする機械部品、工具、油圧機器、電気部品などで利用されている。しかし、鋳物を一方の材料とする摩擦圧接は、黒鉛形状の変形により鋳物母材の強度が大幅に劣化するため、使用されていない。

【0003】摩擦圧接によって、圧接面を旋盤形成した中実丸棒形状の球状黒鉛鋳鉄1と鉄鋼材料2とを接合した場合、図6に示す接合部3の球状黒鉛鋳鉄側の中央部付近で、球状黒鉛鋳鉄中の黒鉛（グラファイト）が加圧力によって変形して扁平になる変形層4形成される。球状黒鉛が扁平に変形した変形層4は、摩擦圧接中に球状黒鉛鋳鉄側の塑性変形が小さいため、ばり5側へ排出されることなく接合部に残留する。その結果、球状黒鉛鋳鉄側の前記変形層4は、扁平な黒鉛の面が接合部3に略平行な状態で位置する。黒鉛の変形層4は接合部の強度を低下させる原因の一つになる。このことは、摩擦圧接関係者の間では良く知られており、例えば、岩手大学の堀江、黄、小錦、平塚らによる「球状黒鉛鋳鉄と軟鋼との摩擦圧接」（社団法人日本鋳造学会 第132回全国大会講演概要P38参照）において明らかにされている。

【0004】鋳鉄材の摩擦圧接方法に関しては、従来いくつかの提案がなされている。特公平3-72392号公報には、鉄鋼とグラファイトを有する鋳鉄を摩擦圧接する方法が開示されている。この方法は、鋳鉄中のグラファイトの分布密度を制御したり、接合部における浸炭等、金属組織を制御するものである。また、特開平9-85469号公報、特開平9-126220号公報、特開平9-122936号公報、特開平9-123723号公報等に開示されているものは、いずれも摩擦圧接方

によって接合する部材の形状が中空材（パイプ）である。中空材を用いる理由は、図6を用いて前述した変形層4が形成されることを回避するためである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料の摩擦圧接では、球状黒鉛鋳鉄中の球状黒鉛が摩擦圧接により扁平に変形して接合部に残留する。このような扁平に変形した黒鉛は、接合部の強度を低下させ、黒鉛の変形量が大きいほど接合部の強度が低下するという問題があった。本発明は前記黒鉛変形層の形成を防止若しくは抑制して高い接合強度が得られる球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料との摩擦圧接方法を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】第1の発明の手段は、球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料の摩擦圧接において球状黒鉛鋳鉄の圧接面に鉄基金属材、あるいはニッケル基金属材をインサートしたことを特徴とする。

【0007】この手段では、インサート材の、鉄基金属材はその主成分である鉄が球状黒鉛鋳鉄及び鉄鋼材の主成分と同じであるから、また、ニッケル基金属材は球状黒鉛鋳鉄及び鉄鋼材の主成分である鉄と固溶するから、接合部の接合性を低下させない。従って、変形層の形成が少ない状態で接合が良好に行われる。

【0008】第2の発明の手段は、球状黒鉛鋳鉄と鉄鋼材料の摩擦圧接において球状黒鉛鋳鉄の圧接面を凹形状としたことを特徴とする。

【0009】この手段では、球状黒鉛鋳鉄の圧接面を凹形状としたことで接合部中央部の変形層が形成され難くなる。その理由は、球状黒鉛鋳鉄の圧接面中央部は回転始めの摩擦、加圧にはあまり関与しないで、周辺の変形が進んでからやや遅れて加圧力が作用し摩擦熱が十分に伝達されるようになり、変形層が形成される前に若しくは形成され始めた頃に摩擦圧接作業が完了すると考えられる。

【0010】また、第2の発明の手段は、第1の発明の手段と併用するのがよい。これによって、双方の発明の効果が相乗的に現れ、変形層が形成されず、良好な接合が行われて、強力な接合部が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、図1～図5を用いて説明する。接合する材料は、球状黒鉛鋳鉄としてFCD450、鉄鋼材料として機械構造用炭素鋼のS45Cを用いた。一般的な摩擦圧接では次の接合過程によって接合が行われる。まず、接合しようとする素材同士を押し付けて一方を回転させて摩擦熱を発生させる。その摩擦熱によって摩擦面及びその近傍が高温になる。摩擦面及びその近傍は高温で塑性変形を受け、変形した一部はばりとして実質的な接合部よりも外へ排出される。このように接触部で塑性変形が行われることに

BEST AVAILABLE COPY

(3)

特開2002-113583

3

4

よって、素材の清浄面同士が結合して接合が完了する。

【0012】本発明では、使用するインサート材の選択において、摩擦中に発熱を促進してあまり素材を変形させることなく接合することが期待できる活性金属をインサート材に用いる場合と、双方の素材との接合性が良い金属をインサート材に用いる場合とが考えられる。前者の機能を有するインサート材として用いたものは、活性金属のチタン(Ti)、ニオブ(Nb)、モリブデン(Mo)、タンタル(Ta)、ジルコニウム(Zr)、マグネシウム(Mg)の6種類の純金属である。後者の機能を有するインサート材として用いたものは、鉄(Fe)と、ニッケル(Ni)である。結果的に、前者の考えは適切でないことが判明したが、参考までに比較例として記載した。

【0013】接合する素材は、図1に示すように、段付き丸棒に形成された前記球状黒鉛銅鉄材1と、同形状の前記炭素鋼材2とを準備し、夫々の小径部の端面を接合する圧接面11、12として、これを軸線方向に対し直角な平面に旋削形成した。インサート材10は、同図に示すように、球状黒鉛銅鉄材1側の圧接面11にかぶせて金属細線13で締め付け固定した。

【0014】摩擦圧接は次のように行った。摩擦圧接の圧縮サイクルは、図2に示すブレーキ式を適用した。実用においては必ずしもブレーキ式に限る必要はなく、周知のイナーシャ式(摩擦圧力P1とアップセット圧力P2とを同じ圧力とし、慣性力で回転駆動する)、あるいは圧力比例制御式(圧力が摩擦時間と共に増加する)等であっても良い。圧接条件は表1に示す通りであり、摩擦圧接した接合材は、図3に示す引張試験片14に形成して接合部15の強度を調べた。

【0015】

【表1】

摩擦圧力(P1)	30MPa、50MPa
アップセット圧力(P2)	60MPa、100MPa
摩擦時間(t1)	10s~60s
アップセット時間(t2)	15s
回転数(N)	40s <sup>-1</sup>
予熱圧力(P0)	10MPa
予熱時間(t0)	2s

	インサート材	厚さ(μm)	接合結果判定	備考
実施例5	Fe	50	○	凹部あり
実施例6	Fe	100	◎	凹部あり
実施例7	Ni	50	○	凹部あり
実施例8	Ni	100	◎	凹部あり

【0021】同表3に見られるように、良い結果が得られた。ここで注意すべきは、摩擦時間とインサート材の厚さを変化させると引張強さが変化し、摩擦時間は長い目の方が良いこと、また、インサート材は厚い目の方が良いことである。例えば、インサート材に鉄(厚さ50μm、100μm)を用い、摩擦圧力30MPa、アップセット圧力60MPaとして摩擦圧接した実験の場

【0016】用いたインサート材と、その厚さと、接合結果判定を◎(非常に良い)、○(良い)、×(悪い)、で3段階に表したものとを、表2に示してある。

【0017】

【表2】

	インサート材	厚さ(μm)	接合結果判定
比較例1	Ti	20	×
比較例2	Nb	25	×
比較例3	Mo	14	×
比較例4	Ta	15	×
比較例5	Zr	25	×
比較例6	Mg	65	×
実施例1	Fe	50	○
実施例2	Fe	100	○
実施例3	Ni	50	○
実施例4	Ni	100	○

【0018】また、接合した接合部15における金属組織を調べた。比較例1~6は、摩擦圧接中に予想したほどの発熱現象が認められず、インサート材がばり側へ排出されていないで、小片となって接合部に残留していることが認められた。また、球状黒鉛銅鉄材側の中央部では、黒鉛が扁平に変形しており、インサート材を用いる効果がないことが判明した。実施例1~4は、摩擦熱の発生を促進するような効果はないが、双方の接合材の間に中間層が存在していることが認められ、接合部全域15で接合されていることが認められたが、接合部の球状黒鉛銅鉄材1側中心部で少しではあるが黒鉛の変形が認められた。その黒鉛の変形領域は狭いものであるから、強度の低下は少なく、用途によっては実用可能である。

【0019】このような結果から、次に、球状黒鉛銅鉄材1の圧接面11中央部に図4に示すように、深さD(約0.5mm)の凹部16を設けたものを準備し、これを用いて前記実施例1~4に相当する摩擦圧接を行ったものが実施例5~8である。これを表1と略同様な項目の表3に示す。

【0020】

【表3】

合、摩擦時間が20秒と60秒とでは、図5に示すように、摩擦時間が長い方が、また、インサート材の厚い方が、接合部の引張強さが格段と大きいことが認められるのである。インサート材が鉄で、厚さ100μm、摩擦時間が60秒の場合に、引張強さが最高の400MPaに達し、この値は母材のFCD450の引張強さ470MPaの約85%である。また、ニッケルをインサート

BEST AVAILABLE COPY

(4)

特開 2002-113583

5

6

材に用いた場合の同様な試験の結果からも、厚さ100  $\mu\text{m}$ 、摩擦時間が60秒の場合に、引張強さが400MPaになることが確認された。

【0022】前記実施例の他に、図4に示したものからインサート材10を除いた状態で同様に摩擦圧接した場合、凹部16を設けない場合と較べて黒鉛の変形層がかなり小さくなることが確認された。

【0023】

【発明の効果】請求項1に記載の発明は、インサート材の、鉄基金属材はその主成分が球状黒鉛鋳鉄及び鉄鋼材の主成分と同じであるから、また、ニッケル基金属材は球状黒鉛鋳鉄及び鉄鋼材の主成分と固溶するから、変形層の形成が少ない状態で接合が良好に行われ接合部の強度が向上する効果を奏する。請求項2に記載の発明は、凹部を設けたことにより、接合部の中央部の変形層が形成され難い効果を奏する。請求項3に記載の発明は、これによって、請求項1、2記載の、双方の発明の効果が相乗的に現れ、変形層が形成されず、良好な接合が行われて、強力な接合部が得られる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例及び比較例の、摩擦圧接前の試験片の形状を示す部分断面正面図である。

【図2】本発明の実施例及び比較例に適用したブレーキ

式摩擦圧接機の圧縮サイクルを示すグラフである。

【図3】本発明の実施例及び比較例の、圧接後の試験片を、引張試験片に加工した状態を示す正面図である。

【図4】本発明の実施例11～14の、圧接前の状態を示す主要部縦断正面図である。

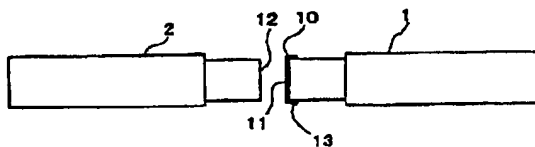
【図5】本発明の実施例において摩擦時間とインサート材の厚さを変えた時の引張り強さの相違を示すグラフである。

【図6】従来の方法で摩擦圧接された状態を示す正面図である。

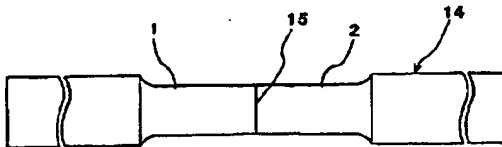
【符号の説明】

- 1 球状黒鉛鋳鉄材
- 2 鉄鋼材
- 3 接合部
- 4 黒鉛変形層
- 5 ばり
- 10 インサート材
- 11 圧接面
- 12 圧接面
- 13 金属細線
- 14 引張試験片
- 15 接合部

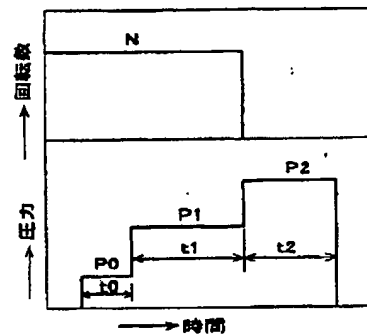
【図1】



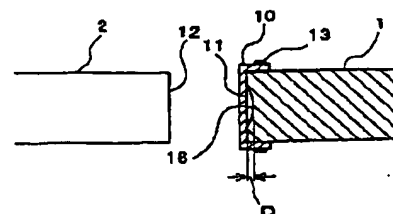
【図3】



【図2】



【図4】

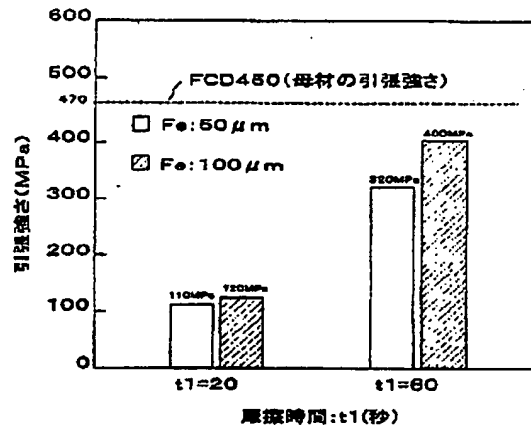


BEST AVAILABLE COPY

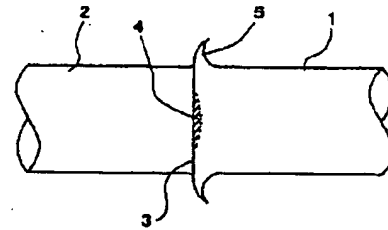
(5)

特開2002-113583

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 斎藤 幹雄  
兵庫県姫路市大津区勘兵衛町3丁目12番地  
虹枝株式会社姫路東工場内  
(72)発明者 塩野井 壽  
兵庫県姫路市大津区勘兵衛町3丁目12番地  
虹枝株式会社姫路東工場内

(72)発明者 有年 雅敏  
兵庫県神戸市西区榎野台3丁目2番地5-202  
Fターム(参考) 4E067 AA02 AA04 AB02 AB05 AD02  
BG00 DA13

BEST AVAILABLE COPY